

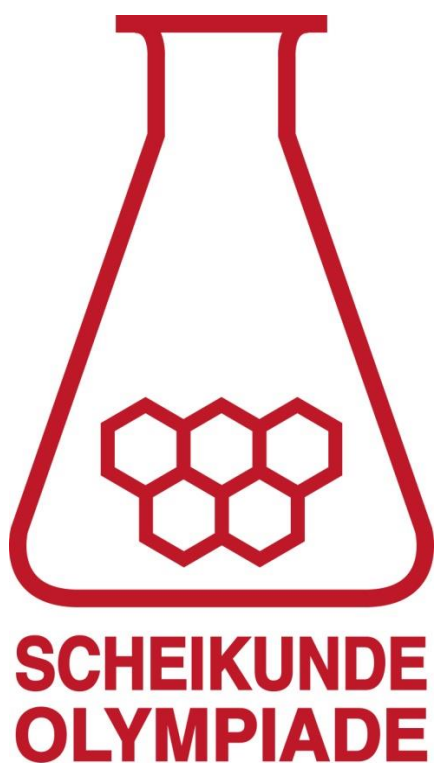
34^e Nationale Scheikundeolympiade

SABIC

Geleen

THEORIETOETS correctievoorschrift

maandag 10 juni 2013



- Deze theorietoets bestaat uit 7 opgaven met in totaal 37 deelvragen.
- Gebruik voor elke opgave een apart antwoordblad, voorzien van naam.
- De maximumscore voor dit werk bedraagt 117 punten.
- De theorietoets duurt maximaal 4 klokuren.
- Benodigde hulpmiddelen: rekenapparaat en BINAS 5^e druk.
- Bij elke opgave is het aantal punten vermeld dat juiste antwoorden op de vragen oplevert.

■ Opgave 1 Broom met thiosulfaat

(11 punten)

- 1 Maximumscore 1
Voorbeelden van een juist antwoord zijn:
- Broom staat in dezelfde groep van het periodiek systeem als jood.
 - Broom is net als jood een halogeen.
- 2 Maximumscore 2
Een juist antwoord kan als volgt zijn geformuleerd:
Omdat jood niet met thiosulfaat reageert volgens halfreactie 2, is (kennelijk) de reductorsterkte van het thiosulfaat in halfreactie 2 (veel) kleiner dan de reductorsterkte voor de andere halfreactie. Het meeste thiosulfaat zal dan worden omgezet via halfreactie 1.
- uitleg dat thiosulfaat in de omzetting via halfreactie 1 een sterkere reductor is dan in de omzetting via halfreactie 2 1
 - notie dat de sterkste reductor het meest reageert (en conclusie) 1
- 3 Maximumscore 8
Een voorbeeld van een juiste berekening is:
 $0,188 - 2 \times 0,0458 = 0,096$ mmol thiosulfaat heeft met broom gereageerd.
Als x mmol thiosulfaat reageert via halfreactie 1, dan reageert $(0,096 - x)$ mmol thiosulfaat via halfreactie 2.
De x mmol thiosulfaat die wordt omgezet via halfreactie 1 reageert met $\frac{1}{2} x$ mmol broom.
De $(0,096 - x)$ mmol thiosulfaat die wordt omgezet via halfreactie 2 reageert met $4 \times (0,096 - x)$ mmol broom.
Totaal heeft $0,120$ mmol broom gereageerd, dus moet gelden $\frac{1}{2} x + 4 \times (0,096 - x) = 0,120$. Dit levert $x = 0,075$. Dus heeft $0,075$ mmol thiosulfaat gereageerd via halfreactie 1 en $0,096 - 0,075 = 0,021$ mmol via halfreactie 2.
Dit is in overeenstemming met de hypothese.
- berekening van het aantal mmol thiosulfaat dat in de titratie met jood heeft gereageerd: $0,0458$ mmol vermenigvuldigen met 2 1
 - berekening van het aantal mmol thiosulfaat dat met broom heeft gereageerd: het aantal mmol thiosulfaat dat in de titratie met jood heeft gereageerd aftrekken van $0,188$ mmol 1
 - berekening van het aantal mmol thiosulfaat dat reageert via halfreactie 2, als x mmol thiosulfaat reageert via halfreactie 1: het aantal mmol thiosulfaat dat met broom heeft gereageerd minus x 1
 - berekening van het aantal mmol broom dat met thiosulfaat heeft gereageerd via halfreactie 1: x vermenigvuldigen met $\frac{1}{2}$ 1
 - berekening van het aantal mmol broom dat met thiosulfaat heeft gereageerd via halfreactie 2: het aantal mmol thiosulfaat dat reageert via halfreactie 2 vermenigvuldigen met 4 1
 - opstellen van de vergelijking die ontstaat als de resultaten van de vorige twee bolletjes bij elkaar worden opgeteld en gelijkgesteld aan het aantal mmol toegevoegd broom ($0,120$ mmol) 1
 - oplossen van x uit de verkregen vergelijking 1
 - conclusie 1

■ Opgave 2 Pitting

(27 punten)

□4 Maximumscore 1

Voorbeelden van een juist antwoord zijn:

- Er zitten koolwaterstoffen in het koelwater.
- Er zit water in het mengsel van koolwaterstoffen.

□5 Maximumscore 3

Een voorbeeld van een juist antwoord is:

De elektrodepotentiaal van de halfreactie $O_2 + 4 H^+ + 4 e^- \rightarrow 2 H_2O$ bij pH = 7,00 is:

$$V = V^0 + \frac{0,059}{4} \times \log[H^+]^4 = +1,23 + 0,059 \times \log 10^{-7,00} = +0,82 \text{ V}.$$

Dit ligt ruim boven de waarde voor het koppel Fe/Fe²⁺ (dus kan opgelost zuurstof in water met pH = 7,00 Fe omzetten tot Fe²⁺).

- juiste uitdrukking voor de wet van Nernst 1
- berekening van de elektrodepotentiaal van de halfreactie $O_2 + 4 H^+ + 4 e^- \rightarrow 2 H_2O$ bij pH = 7,00 1
- uitleg waarom reactie kan optreden 1

□6 Maximumscore 2



- alle formules juist voor de pijl en na de pijl 1
- alle coëfficiënten juist 1

□7 Maximumscore 5

Een voorbeeld van een juiste berekening is:

$$pH = -\log \left(\frac{-10^{-3,90} + \sqrt{(10^{-3,90})^2 - 4(-0,50 \times 10^{-3,90})}}{2} \right) = 2,10.$$

- juiste evenwichtsvoorwaarde: $\frac{[Cr(OH)^{2+}][H^+]}{[Cr^{3+}]} = K_h$ 1
- berekening K_h : $10^{-3,90}$ 1
- notie dat $[Cr(OH)^{2+}] = [H^+]$ en dat $[Cr^{3+}] = 0,50 - [H^+]$ 1
- berekening $[H^+]$: $\frac{-10^{-3,90} + \sqrt{(10^{-3,90})^2 - 4(-0,50 \times 10^{-3,90})}}{2}$ 1
- berekening pH: de negatieve logaritme van de berekende $[H^+]$ 1

Indien slechts een berekening is gegeven als $pH = -\log \sqrt{0,50 \times 10^{-3,90}} = 2,10$ 4

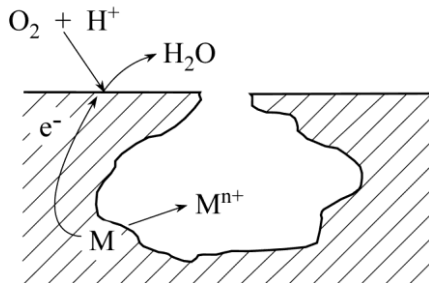
Opmerking

Wanneer een berekening is gegeven als $pH = -\log \sqrt{0,50 \times 10^{-3,90}} = 2,10$ en achteraf is gecheckt dat het aantal mol Cr^{3+} dat per liter wordt omgezet, mag worden verwaarloosd ten opzichte van $0,50 \text{ mol L}^{-1}$, dit goed rekenen.

□8 Maximumscore 4

Een voorbeeld van een juist antwoord is:

De vorming van de metaalionen vindt in de pit plaats en de halfreactie $O_2 + 4 H^+ \rightarrow 2 H_2O$ aan het metaaloppervlak buiten de pit. De elektronen verplaatsen zich door het metaal van de metaalatomen naar de zuurstofmoleculen. Daardoor daalt de $[H^+]$ buiten de pit en niet er in. Zie onderstaande tekening:



- de vorming van de metaalionen vindt in de pit plaats en de halfreactie $O_2 + 4 H^+ \rightarrow 2 H_2O$ aan het metaaloppervlak buiten de pit 1
- de elektronen verplaatsen zich door het metaal van de metaalatomen naar de zuurstofmoleculen 1
- daardoor daalt de $[H^+]$ buiten de pit en niet er in 1
- duidelijke schets van het corrosieproces gegeven 1

Opmerking

Wanneer in de beschrijving en de tekening de omzetting van Fe naar Fe^{2+} en/of Cr naar Cr^{3+} en/of Ni naar Ni^{2+} is vermeld, dit goed rekenen.

□9 Maximumscore 4

Een voorbeeld van een juist antwoord is:

Voor de reactie $Fe^{2+} + H_2O \rightarrow Fe(OH)^+ + H^+$ geldt:

$$\Delta G_r^0(298\text{ K}) = -(-0,789 \cdot 10^5 - 2,37 \cdot 10^5) + (-2,77 \cdot 10^5) = +0,39 \cdot 10^5 \text{ J mol}^{-1}.$$

$$\text{Dus } K_h = e^{-\frac{0,39 \cdot 10^5}{8,314 \cdot 298}} = 1,5 \cdot 10^{-7}.$$

En voor de reactie $Ni^{2+} + H_2O \rightarrow Ni(OH)^+ + H^+$ geldt:

$$\Delta G_r^0(298\text{ K}) = -(-0,456 \cdot 10^5 - 2,37 \cdot 10^5) + (-2,28 \cdot 10^5) = +0,55 \cdot 10^5 \text{ J mol}^{-1}.$$

$$\text{Dus } K_h = e^{-\frac{0,55 \cdot 10^5}{8,314 \cdot 298}} = 2,3 \cdot 10^{-10}.$$

De hydrolyseconstante van Cr^{3+} is $K_h = 10^{-3,90} = 1,3 \cdot 10^{-4}$.

Beide hydrolyseconstantes van Fe^{2+} en Ni^{2+} zijn dus veel kleiner dan de hydrolyseconstante van Cr^{3+} , zodat de hydrolyse-evenwichten van Fe^{2+} en Ni^{2+} veel meer links liggen dan dat van Cr^{3+} (en dus veel minder H^+ leveren dan het evenwicht van Cr^{3+}).

- berekening van $\Delta G_r^0(298\text{ K})$ voor de hydrolyse-evenwichten van Fe^{2+} en Ni^{2+} 1
- omrekening van de gevonden waarden voor $\Delta G_r^0(298\text{ K})$ naar K_h 1
- berekening van de K_h van Cr^{3+} 1
- vergelijking van de berekende hydrolyseconstantes van Fe^{2+} en Ni^{2+} met die van Cr^{3+} en conclusie 1

□10 Maximumscore 8

Een voorbeeld van een juist antwoord is:

Concentratie: de reactiesnelheid is afhankelijk van de concentratie van O_2 en van H^+ in het koelwater. Door de voortdurende aanvoer van vers koelwater, blijven deze concentraties constant. Daardoor zou de reactiesnelheid niet kunnen toenemen naarmate de reactie langer duurt.

Katalysator: om de oplossing in de pit neutraal te houden, zou migratie van chloride-ionen uit het koelwater naar de oplossing in de pit kunnen plaatsvinden. Daardoor komt er meer katalysator in de pitoplossing, wat het oplosproces versnelt.

Temperatuur: op de plaats van de pit blijft die constant / neemt die niet toe. Daardoor wordt de reactie niet versneld.

Verdelingsgraad: het metaaloppervlak wordt groter naarmate de pit groter wordt. Daardoor zou de reactiesnelheid ook groter kunnen worden.

- door de voortdurende aanvoer van vers koelwater blijven concentraties van O_2 en H^+ constant 1
- dus met de factor concentratie kan de toename van de snelheid van het oplossen van de metalen niet worden verklaard 1
- uitleg dat de concentratie van Cl^- in de pitoplossing kan toenemen 1
- dus met de factor katalysator kan de toename van de snelheid van het oplossen van de metalen worden verklaard 1
- de temperatuur blijft ter plaatse van de pit constant / neemt ter plaatse van de pit niet toe 1
- dus met de factor temperatuur kan de toename van de snelheid van het oplossen van de metalen niet worden verklaard 1
- het metaaloppervlak in de pit wordt groter 1
- dus met de factor verdelingsgraad zou de toename van de snelheid van het oplossen van de metalen kunnen worden verklaard 1

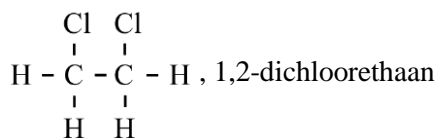
Opmerking

Wanneer is gesteld dat met de factor concentratie kan worden verklaard dat de snelheid van het oplossen van de metalen toeneemt, omdat door de toename van de concentratie H^+ in de pitoplossing de reactie van de metalen met H^+ (onder vorming van onder andere waterstof) sneller gaat, dit goed rekenen.

■ Opgave 3 VCM

(13 punten)

□11 Maximumscore 4

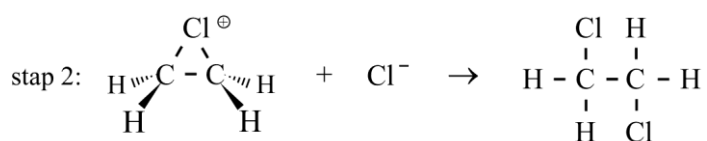
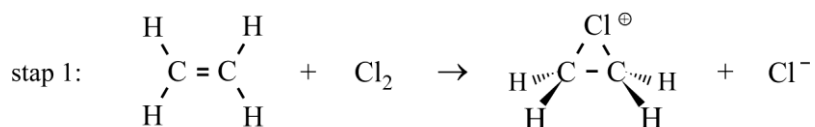


- juiste structuurformule 1
- ethaan als stamnaam 1
- dichloor als voorvoegsel 1
- juiste plaatsaanduiding 1

Indien een onjuiste structuurformule is gegeven met bijbehorende juiste naam 0

□12 Maximumscore 3

Een juist antwoord kan er als volgt uitzien:



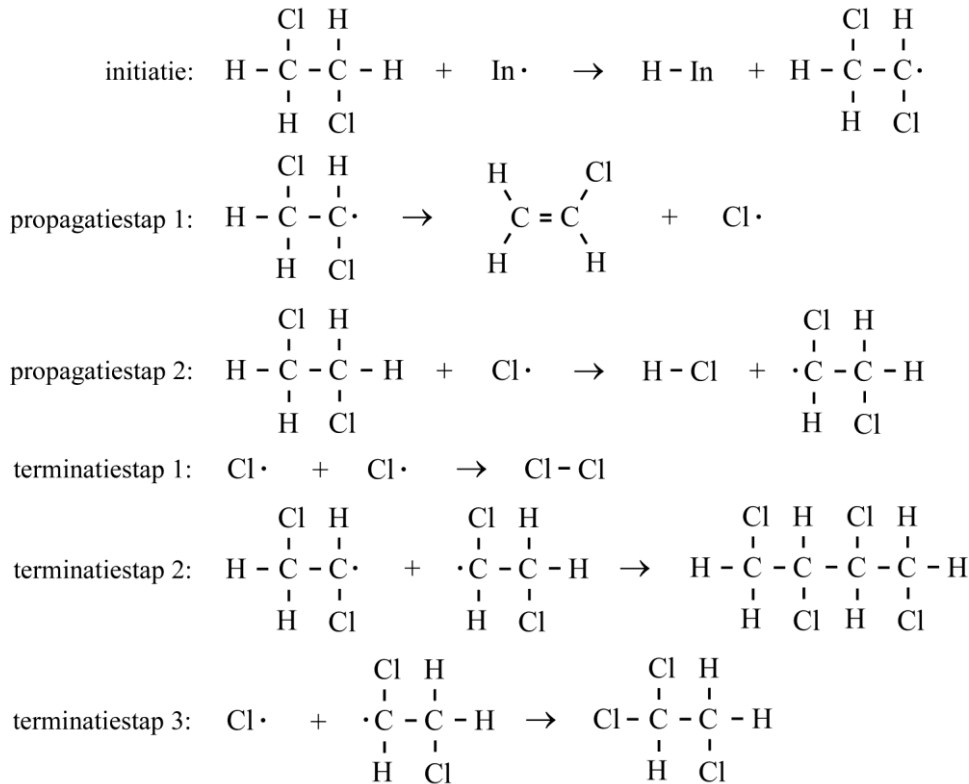
- stap 1 van het mechanisme juist 2
- stap 2 juist 1

Indien in een overigens juist antwoord in stap 1 na de pijl geen cyclisch chloroniumion is getekend,



□13 Maximumscore 6

Een juist antwoord kan er als volgt uitzien:

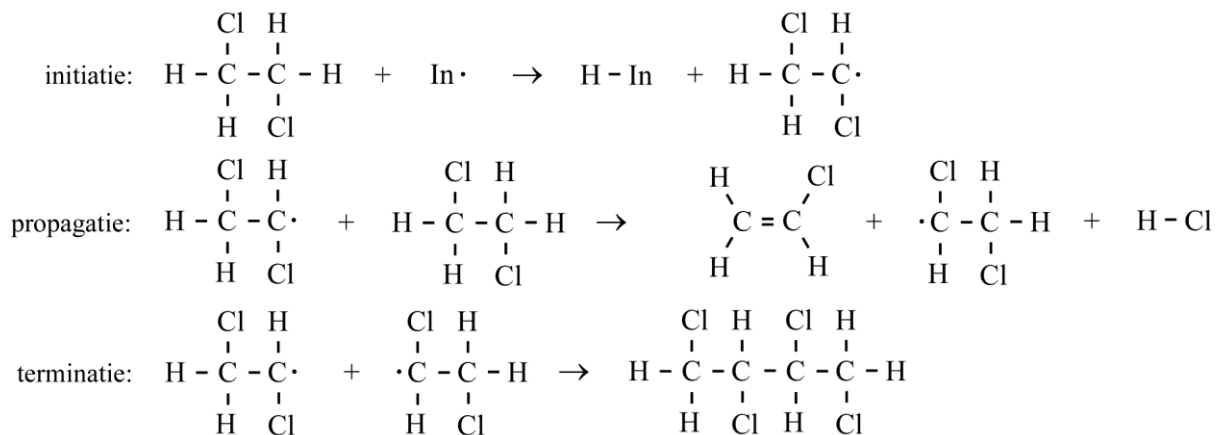


- initiatiestap juist 1
- propagatiestappen juist 2
- terminatiestappen juist 3

Indien in de initiatiestap een chloornradicaal is afgesplitst en de rest van het mechanisme consequent daaraan is weergegeven 4

Opmerking

Wanneer het volgende reactiemechanisme is gegeven, dit goed rekenen:



■ Opgave 4 Weekmakers

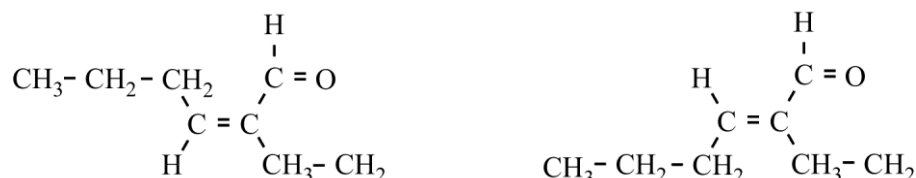
(17 punten)

□14 Maximumscore 2

H₂ en CO

- H₂ 1
- CO 1

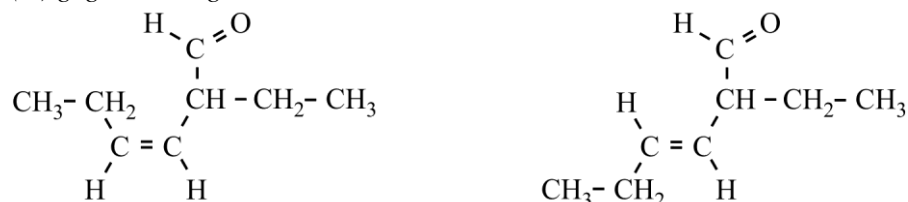
□15 Maximumscore 2



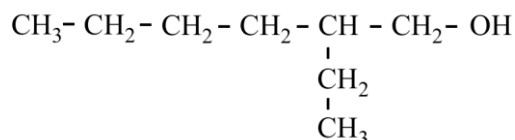
- structuurformule van de *cis*-vorm 1
- structuurformule van de *trans*-vorm 1

Opmerking

Wanneer behalve de hierboven vermelde structuurformules ook (één van) onderstaande formules zijn (is) gegeven, dit goed rekenen.

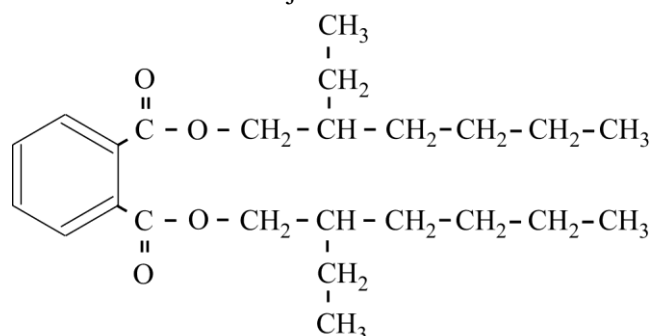


□16 Maximumscore 1



□17 Maximumscore 4

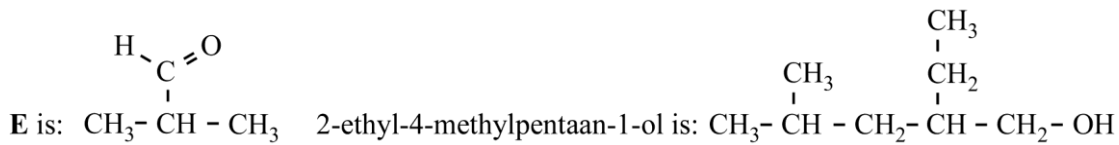
Een voorbeeld van een juist antwoord is:



In een molecuul DOP komen twee asymmetrische koolstofatomen voor. Maar het molecuul heeft een inwendig spiegelvlak, dus zijn er drie stereo-isomeren: *RR*, *SS* en *RS*.

- juiste structuurformule van DOP 1
- een molecuul DOP heeft twee asymmetrische koolstofatomen 1
- een molecuul DOP heeft een inwendig spiegelvlak 1
- conclusie 1

□18 Maximumscore 4



Wanneer **E** in een aldolcondensatie reageert met butanal, ontstaat een product, dat met waterstof wordt omgezet tot 2-ethyl-4-methylpentaan-1-ol.

- juiste structuurformule van **E** 1
- juiste structuurformule van 2-ethyl-4-methylpentaan-1-ol 1
- er treedt aldolcondensatie op tussen **E** en butanal 1
- het product van deze aldolcondensatie reageert met waterstof onder vorming van 2-ethyl-4-methylpentaan-1-ol 1

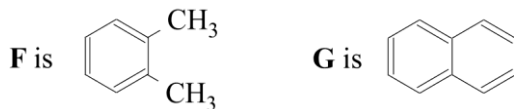
□19 Maximumscore 2

Een juist antwoord kan als volgt zijn geformuleerd:

Nee, want alle stoffen die in **C** voorkomen, geven bij reactie met waterstof **D**.

- alle stoffen die in **C** voorkomen, geven bij reactie met waterstof **D** 1
- conclusie 1

□20 Maximumscore 2

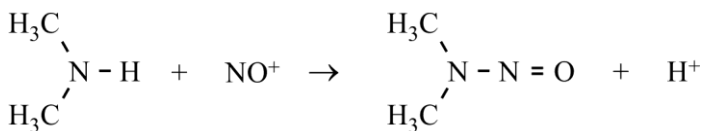


- **F** juist 1
- **G** juist 1

■ Opgave 5 Mutaties

(16 punten)

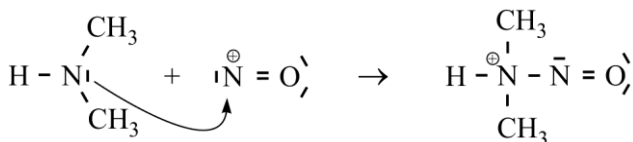
□21 Maximumscore 2



- structuurformules van dimethylamine voor de pijl en *N*-nitrosodimethylamine na de pijl 1
- NO^+ voor de pijl en H^+ na de pijl 1

□22 Maximumscore 3

Een juist antwoord kan er als volgt uitzien:



- juiste elektronenformule van NO^+ met de pluslading op N 1
- juiste elektronenformule van dimethylamine 1
- aangegeven dat het niet-bindende elektronenpaar van het dimethylaminemolecuul een bindend elektronenpaar vormt met het stikstofatoom van het NO^+ ion 1

□23 Maximumscore 3

Een juist antwoord kan als volgt zijn geformuleerd:

In de gemethyleerde guanine-eenheid komt geen dubbelgebonden zuurstofatoom meer voor. Daardoor kan de gemethyleerde guanine-eenheid slechts twee in plaats van drie waterstofbruggen vormen en komt bij de vernieuwing van het DNA tegenover de gemethyleerde guanine-eenheid op de complementaire streng een thymine-eenheid (die ook twee waterstofbruggen kan vormen). Bij de volgende vernieuwing van het DNA komt tegenover die thymine-eenheid een adenine-eenheid te zitten.

- uitleg waarom de gemethyleerde guanine-eenheid twee in plaats van drie waterstofbruggen kan vormen 1
- dus komt bij de (eerste) vernieuwing van het DNA tegenover de gemethyleerde guanine-eenheid een thymine-eenheid 1
- bij de volgende vernieuwing van het DNA komt dan een adenine-eenheid tegenover de thymine-eenheid 1

□24 Maximumscore 4

Een juist antwoord kan als volgt zijn geformuleerd:

Het triplet CCG op de coderende streng van het DNA levert ook het triplet CCG in het RNA. Dat is een code voor proline. Wanneer het triplet CCG op de coderende streng van het DNA is gewijzigd in CTG, wordt dat CUG in het RNA. Dat is een code voor leucine. Er wordt dus een leucine-eenheid in het eiwit ingebouwd op de plaats waar een proline-eenheid moest komen. Een proline-eenheid in een aminozuurketen heeft geen H aan het stikstofatoom van de peptidebinding. Daar kan dus geen waterstofbrug worden gevormd met een O atoom van de peptidebinding van een andere aminozuureenheid. Daar wordt de α -helix structuur dus verstoord. Een leucine-eenheid in een aminozuurketen heeft wel een H aan de N van de peptidebinding. Daar kan dus wel een α -helix structuur ontstaan.

- uitleg dat in het niet-gemuteerde geval proline in het eiwit wordt ingebouwd 1
- uitleg dat wanneer de mutatie is opgetreden leucine wordt ingebouwd 1
- een proline-eenheid heeft geen H aan de N van de peptidebinding en een leucine-eenheid wel 1
- conclusie 1

□25 Maximumscore 4

Glutamine of arginine

Indien bij een antwoord met een uitleg is gegeven, kan zo'n antwoord er als volgt uitzien:

De mutatie heeft kennelijk als gevolg dat een stopcodon, UAA of UAG of UGA, in het RNA is ontstaan. Dan zou er oorspronkelijk in het RNA de code CAA of CAG of CGA moeten voorkomen. Dat is de code voor glutamine (in het geval van CAA en CAG) of arginine (in het geval van CGA).

- er is een stopcodon ontstaan als gevolg van de mutatie 1
- juiste notatie van een stopcodon 1
- juiste notatie van het codon dat in het niet-gemuteerde geval in het RNA voorkomt 1
- conclusie 1

■ Opgave 6 MRI

(10 punten)

□26 Maximumscore 2

In aanwezigheid van een magnetisch veld kunnen de kernmagneetjes twee oriëntaties aannemen: met veld mee en tegen het veld in. De oriëntatie met het veld mee (is de meest stabiele situatie) heeft een lagere energie dan de oriëntatie tegen het veld in. (Vergelijk het bijvoorbeeld met tegen elkaar houden van twee magneten.)

- in een magnetisch veld kunnen de kernmagneetjes oriëntaties aannemen 1
- de oriëntatie met het veld mee heeft een lagere energie dan de oriëntatie tegen het veld in 1

□27 Maximumscore 1

$$B_0 = \frac{\Delta E}{\gamma} \times \frac{2\pi}{h} = \frac{2,0205 \cdot 10^{-25} \text{ (J)}}{42,576 \cdot 10^6 \text{ (s}^{-1}\text{T}^{-1})} \times \frac{2\pi}{6,62607 \cdot 10^{-34} \text{ (Js)}} = 45,001 \text{ T}$$

Opmerking

Wanneer de uitkomst van de berekening als 45 T is gegeven, dit niet aanrekenen.

□28 Maximumscore 2

$$E = hv = \frac{hc}{\lambda} \text{ dus } \lambda = \frac{hc}{\Delta E} = \frac{6,62607 \cdot 10^{-34} \text{ (Js)} \times 2,997925 \cdot 10^8 \text{ (ms}^{-1})}{2,0205 \cdot 10^{-25} \text{ (J)}} = 0,98315 \text{ m}$$

- $E = hv = \frac{hc}{\lambda}$ 1
- rest van de berekening 1

□29 Maximumscore 1

$$\frac{N_j}{N_i} = e^{\left(-\frac{\Delta E}{kT}\right)} = e^{\left(-\frac{2,0205 \cdot 10^{-25} \text{ (J)}}{1,38066 \cdot 10^{-23} \text{ (J K}^{-1})} \times 298 \text{ (K)}\right)} = 0,99995$$

□30 Maximumscore 2

Een juist antwoord kan als volgt zijn geformuleerd:

Hoe sterker de magneet, hoe groter ΔE , hoe minder kernen in de hoogste energietoestand zitten.

- een sterkere magneet betekent een grotere ΔE 1
- rest van de verklaring 1

□31 Maximumscore 2

Een juist antwoord kan als volgt zijn geformuleerd:

Je kunt de temperatuur verlagen. Maar dat zal voor de patiënt niet zo prettig zijn: hij/zij zou onderkoeld kunnen raken tijdens het onderzoek.

- temperatuur verlagen 1
- uitleg wat de beperking daarvan is 1

Opgave 7 Productie van LDPE

(15 punten)

□32 Maximumscore 3

Een voorbeeld van een juist antwoord is:

De polymeermoleculen die in het begin van de buis ontstaan, zijn korter dan die aan het eind van de buis ontstaan. In het begin is er nog veel initiator aanwezig en worden er dus relatief veel (initiator)radicalen gevormd. Daardoor is de snelheid van de terminatiereacties ook (relatief) groot en blijven de ketens (relatief) kort.

Aan het eind van de buis is veel minder initiator aanwezig en worden dus veel minder radicalen gevormd. Omdat de etheenconcentratie nauwelijks is afgenomen, is de snelheid van de terminatiereacties kleiner dan aan het begin en worden de ketens dus langer.

- uitleg dat in het begin van de buis de hoeveelheid/concentratie radicalen groter is dan aan het eind van de buis 1
- notie dat de hoeveelheid/concentratie aanwezig etheen aan het begin en eind van de buis niet veel verschilt 1
- de snelheid van de terminatiereacties is dus aan het begin van de buis groter dan aan het eind van de buis en conclusie 1

□33 Maximumscore 5

Een voorbeeld van een juiste berekening is:

$$\kappa = \frac{\pi \times \left(\frac{2,0 \cdot 10^{-2}}{2}\right)^2 (\text{m}^2)}{\frac{5,0 \cdot 10^3 (\text{kg uur}^{-1})}{4,0 \cdot 10^2 (\text{kg m}^{-3}) \times 3600 (\text{s uur}^{-1})}} = 9,0 \cdot 10^{-2} \text{ s m}^{-1}$$

- notie dat voor de verblijftijd geldt:
$$\frac{\text{volume reactor (in m}^3\text{)}}{\text{volume etheenstroom (in m}^3 \text{ per seconde)}} = \frac{\text{doorsnede (in m}^2\text{)} \times L \text{ (in m)}}{\text{volume etheenstroom (in m}^3 \text{ per seconde)}}$$
 1
- berekening van de straal van de reactor in m³: 2,0 (cm) vermenigvuldigen met 10⁻² (m cm⁻¹) en delen door 2 1
- berekening van de doorsnede van de buisreactor: het kwadraat van de berekende straal vermenigvuldigen met π 1
- berekening van de volumestroom in kg s⁻¹: 5,0 · 10³ (ton uur⁻¹) delen door de dichtheid van etheen (4,0 · 10² kg m⁻³) en door 3600 (s uur⁻¹) 1
- rest van de berekening 1

□34 Maximumscore 5

1. Maximumscore 4

Als 99,0% van de initiator is omgezet is, geldt: $\frac{[I]_t}{[I]_0} = 0,010$. Omdat de initiatiereactie (kennelijk) een

eerste orde reactie is, geldt: $\ln \frac{[I]_0}{[I]_t} = k_i t$. Dus $\ln 0,010 = -k_i t$, of $t = -\frac{\ln 0,010}{0,50} = 9,2 \text{ s}$.

- notie dat de initiatiereactie een eerste orde reactie is 1
- dus $\ln \frac{[I]_0}{[I]_t} = k_i t$ 1
- als 99,0% is omgezet, geldt $\frac{[I]_t}{[I]_0} = 0,01$ 1
- rest van de berekening 1

2. Maximumscore 1

$$L = \frac{\text{het aantal seconden dat het duurt tot 99\% van de initiator is omgezet}}{\kappa} = \frac{9,2 \text{ (s)}}{9,0 \cdot 10^{-2} \text{ (s m}^{-1}\text{)}} = 1,0 \cdot 10^2 \text{ m}$$

□35 Maximumscore 5

Voor de totale reactiesnelheid geldt: $s = s_p = k_p[M][R\bullet]$.

De snelheid waarmee de radicalen worden gevormd is: $s_i = \frac{1}{2} \frac{d[R\bullet]}{dt} = k_i[I]$, dus $\frac{d[R\bullet]}{dt} = 2k_i[I]$.

De snelheid waarmee de radicalen worden weggenomen is $s_t = -\frac{d[R\bullet]}{dt} = k_t[R\bullet]^2$.

Wanneer zich een steady state heeft ingesteld, geldt $s_i = -s_t$, dus $2k_i[I] = k_t[R\bullet]^2$.

Hieruit volgt: $[R\bullet] = \sqrt{\frac{2k_i}{k_t}[I]}$ en $s = k_p[M] \sqrt{\frac{2k_i}{k_t}[I]} = k_p \sqrt{\frac{2k_i}{k_t}} [M][I]^{\frac{1}{2}}$.

Dus de totale reactiesnelheidsconstante is:

$$k = k_p \sqrt{\frac{2k_i}{k_t}} = 3,0 \cdot 10^3 \text{ (L mol}^{-1} \text{ s}^{-1}\text{)} \times \sqrt{\frac{2 \times 0,50 \text{ (s}^{-1}\text{)}}{1,0 \cdot 10^7 \text{ (L mol}^{-1} \text{ s}^{-1}\text{)}}} = 0,95 \text{ L}^{-1/2} \text{ mol}^{1/2} \text{ s}^{-1}.$$

· voor de totale reactiesnelheid geldt: $s = s_p = k_p[M][R\bullet]$ 1

· juiste uitdrukkingen voor de snelheden waarmee de radicalen worden gevormd en weggenomen:

bijvoorbeeld $s_i = \frac{1}{2} \frac{d[R\bullet]}{dt} = k_i[I]$ respectievelijk $s_t = -\frac{d[R\bullet]}{dt} = k_t[R\bullet]^2$ 1

· juiste verwerking van de steady state benadering leidend tot $[R\bullet] = \sqrt{\frac{2k_i}{k_t}[I]}$ en $s = k_p \sqrt{\frac{2k_i}{k_t}} [M][I]^{\frac{1}{2}}$ 1

· berekening van de totale reactiesnelheidsconstante 1

· juiste eenheid van de totale reactiesnelheidsconstante 1

□36 Maximumscore 1

Voorbeelden van een juist antwoord zijn:

- Polyetheen bestaat uit moleculen die niet allemaal even groot zijn.
- Poletheen is geen zuivere stof.

□37 Maximumscore 4

De vormingsenthalpie van etheen in kJ kg^{-1} is:

$$\frac{0,51 \cdot 10^5 (\text{J mol}^{-1})}{28,05 (\text{g mol}^{-1})} \times 10^3 (\text{g kg}^{-1}) \times 10^{-3} (\text{kJ J}^{-1}) = 1,82 \cdot 10^3 \text{ kJ kg}^{-1}.$$

Dus de reactie-enthalpie is $-1,22 \cdot 10^3 - (1,82 \cdot 10^3) = -3,04 \cdot 10^3 \text{ kJ kg}^{-1}$.

Als een kg etheen reageert zou de temperatuur dus stijgen met $\frac{3,04 \cdot 10^3 (\text{kJ kg}^{-1})}{3,0 (\text{kJ kg}^{-1} \text{ K}^{-1})} = 1,01 \cdot 10^3 \text{ K}$.

Als de temperatuur 50°C (is ook 50 K) mag stijgen, mag stijgen, mag slechts

$$\frac{50 (\text{K})}{1,01 \cdot 10^3 (\text{K kg}^{-1})} = 0,050 \text{ kg etheen reageren. Dat is } 5,0\%.$$

- berekening van de vormingsenthalpie van etheen in kJ kg^{-1} : de vormingsenthalpie van etheen (bijvoorbeeld via Binas-tabel 57B: $+0,51 \cdot 10^5 \text{ J mol}^{-1}$) delen door de molaire massa van etheen (bijvoorbeeld via Binas-tabel 99: $28,05 \text{ g mol}^{-1}$) (en vermenigvuldigen met 10^3 g kg^{-1} en met $10^{-3} \text{ kJ J}^{-1}$) 1
- berekening de reactie-enthalpie: de berekende vormingsenthalpie van etheen bij 200°C aftrekken van de berekende vormingsenthalpie van polyetheen bij 200°C 1
- berekening van de temperatuurstijging per kg gereageerd etheen: de (absolute waarde van de) berekende reactie-enthalpie delen door $3,0 (\text{kJ kg}^{-1} \text{ K}^{-1})$ 1
- berekening van het percentage omzetting: $50 (\text{K})$ delen door de berekende temperatuurstijging (in K kg^{-1}) per kg en de uitkomst delen door $1 (\text{kg})$ en vermenigvuldigen met 10^{-2} 1